Aus der Privat-Klinik für Chirurgie und Orthopädie
von Prof. Dr. Fr. Loeffler, Halle/Saale

Ueber Gasbrandinfektionen, speziell im Gefolge von Verkehrsunfällen

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der Hohen
Medizinischen Fakultät der Martin Luther-Universität
Halle-Wittenberg

vorgelegt von

Johannes Werner Reinicke
aus Dresden

Halle (Saale) 1938
Universitäts-Buchdruckerei Joh. Aug. Koch (Dr. C. Hitzeroth) in Marburg

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Loeffler.
2. Berichterstatter: Prof. Dr. Voelcker.
Tag der mündlichen Prüfung: 17. Dezember 1937.
Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Im Weltkriege ist der Gasbrand eine gefürchtete und häufige Erkrankung gewesen. Die Ursache für dieses gehäufte Auftreten war darin zu sehen, daß die meist tiefen, mit Erde verschmutzten Wunden oft erst spät zur Säuberung und Behandlung kamen. Erfreulich war dann in den ersten Nachkriegsjahren die Feststellung der Tatsache, daß der Gasbrand eine an sich recht seltene Erkrankung darstellt, wenn es nur möglich ist, eine verschmutzte Wunde bald unter ärztliche Aufsicht zu stellen. Dieses verhältnismäßig seltene Auftreten ermöglichte es nun, jeden dieser Fälle genau zu beobachten und eine große Reihe derselben zu veröffentlichen. Aus Zusammenstellungen und Vergleichen ersieht man, daß als Ursache der mit Gasbrand komplizierten Verletzungen vor allem Verkehrsunfälle in Frage kommen.

Die Unfallstatistiken der letzten Jahre lassen mit Deutlichkeit erkennen, daß mit dem sich stetig steigernden Verkehr auch die Unfallziffer zunimmt. Die Prognose der Unfallverletzungen quoad vitam kann glücklicherweise in der Mehrzahl der Fälle günstig gestellt werden. Aufgabe des behandelnden Arztes ist es, vorbeugend dafür zu sorgen, daß diese Prognose durch Komplikationen nicht verschlechtert wird. Unter den mannigfaltigen Komplikationsmöglichkeiten steht der Gasbrand nicht an erster Stelle, doch soll es in dieser Arbeit meine Aufgabe sein, zu zeigen, daß es doch wichtig ist, gerade bei Verkehrsverletzungen von vorn herein mit der Möglichkeit einer Gasbrandinfektion zu rechnen und die entsprechende Prophylaxe zu treiben.

Gleichzeitig soll ein schwerer Gasbrandfall beschrieben werden, der an der Klinik für Orthopädie und Chirurgie von Professor Dr. Fr. L o e f f l e r in Halle (Saale) beobachtet wurde.

Bakteriologie.

Man hat im Laufe der letzten 20 Jahre Gasbranderreger fast an allen, bzw. in allen Materien nachgewiesen und ist dabei zu der Feststellung gekommen, daß dieser Bazillus wahrscheinlich einer der allerverbreitetsten Keime überhaupt ist. Sowohl während des Krieges als auch in den ersten Nachkriegsjahren war die Literatur voll von Beschreibungen der verschiedenen Anaerobierstämme, die als Erreger des Gasbrandes geschildert wurden. Uneinheitlich waren auch die Namen, die verschiedene Autoren für die Erkrankung prägten. Für alle die vielen Bezeichnungen wie Gasbrand, malignes Oedem oder Emphysen, Gasphlegmone u. a. führte

Aschoff einen neuen Sammelnamen ein; er nannte die Erkrankung, bei der Gas- und Oedembildung ineinander übergehen, „Gasoedem".

In der Bakteriologie vereinheitlichte Zeißler die Unsumme der verschiedensten Erreger dieser Infektion, nachdem er etwa 2000 Anaerobierstämme durchforscht hatte, auf einige wenige Stämme. Da er sich nicht nur auf eigenes Material stützte, sondern auch ausländische Resultate verglich und überprüfte, so ist seine grundlegende Arbeit, die er im „Handbuch der pathogenen Mikroorganismen" von Kolle, Kraus und Uhlenhut niederlegte, als einheitliches Resultat der gesamten wissenschaftlichen Welt anzusehen.

Im folgenden lege ich seine Einteilung zugrunde; danach kommen beim Menschen 4 Arten anaerobier Bazillen in Frage:

I. Als erster der

Fraenkel'sche Gasbazillus (B. Welchii),

ein in frischen Kulturen grampositives, in älteren Kulturen gramnegatives Stäbchen. Es wurde bereits 1892 von Welch-Nuttal als Bacillus aerogenes beschrieben. Eugen Fraenkel selbst beschrieb ein Jahr später den Bacillus phlegmones emphysematosae. Zeißler hat diese beiden Bazillen, sowie den 1895 von Klein angeführten Bacillus saccharobutyricus immobilis, den Schatten und Graßberger 1900 beschrieben, unter dem einheitlichen Namen des Fraenkel'schen Gasbazillus zusammengefaßt.

II. Als zweiter der

Novysche Bazillus

des malignen Oedems (Bac. oedematicus), ein Geiselträger, der neben dem Fraenkel'schen Bazillus der häufigste pathogene Anaerobier ist und auch fast an allen Orten nachgewiesen werden konnte. Novy hat ihn bereits 1894 als Bacillus oedematicus malignus Nr. II beschrieben. Später, 1915, bezeichneten ihn Weinberg und Seguin nur noch kurz als Bacillus oedematicus.

III. und IV. Als dritter und vierter Gasbranderreger sind zu nennen:

Der Pararauschbrandbacillus

(Vibrion septique), der beim Geburtsrauschbrand der Rinder dominiert, sowie der

Bacillus histolyticus;

beides begeißelte, schlanke Stäbchen.

Der Pararauschbrandbazillus umfaßt eine große Gruppe von Erregern, die während einer Zeitspanne von 45 Jahren von Deut-

schen, Engländern und Franzosen beschrieben wurden, angefangen 1877 mit dem von Pasteur und Jombert angeführten Vibrion septique bis zu dem 1922 von Mießer beschriebenen Parauschbrandbazillus.

Der Tierversuch.

Wie Schley mitteilt, haben seine Untersuchungen über die Einwirkung des Fraenkel'schen Gasbazillus auf den tierischen Organismus interessante Ergebnisse gezeitigt.

Man benutzt für den Tierversuch das Meerschweinchen, für das der Bazillus hochpathogen ist. Auch der Sperling ist sehr empfindlich; refraktärer verhalten sich schon die Kaninchen, während die Mäuse gänzlich refraktär gegen den Erreger sind. — Bei positivem Ausfall des Meerschweinchenversuches tritt an der Impfstelle eine Blase auf, die außer Gas noch eine fleischwasserfarbene Flüssigkeit enthält. Die Muskulatur der Umgebung ist in ihrem Aussehen ebenfalls verändert. Zeißler benutzt hier den Vergleich mit „gekochtem Fleisch".

Schley interessierte nun vor allem der Einfluß des Fraenkelschen Gasbazillus auf die Leukozyten. Er kam schließlich zu der Feststellung, daß abgetötete Bazillen am stärksten, dagegen das reine Toxin nahezu garnicht anlockend auf die weißen Blutkörperchen wirken. Im Gegensatz zu anderen Bakterienarten ist also die chemotaktische Wirkung der Toxine des Gasbranderregers gleich Null, sodaß man sagen kann, daß die positive Chemotaxis beim Gasbrand nicht dem Toxin, sondern den Bazillen zukommt.

Für das Zustandekommen der Wirkung auf den Organismus ist die Durchblutung der betroffenen Partien von ausschlaggebender Bedeutung. Man kann allgemein den Grundsatz aufstellen: Je besser ein Körperteil durchblutet ist, umso geschützter erweist er sich gegenüber Gasoedem.

In dieser Richtung haben schon 1918 Ricker und Harzer Untersuchungen vorgenommen. Sie zeigten im Tierversuch, daß eine intramuskuläre Injektion einer sonst unwirksamen Menge virulenter Bakterien bei Unterbindung der Extremität, die 4 Stunden dauerte, zur Ausbildung einer Muskelgangrän mit tödlichem Ausgang führte. Blieb dagegen die Ligatur nur 2 Stunden liegen, so kam es bei der intramuskulären Injektion derselben Menge Bakterien nur zu einem progressiven Oedem des subkutanen Gewebes und der Muskulatur.

1926 haben dann Loubat und Duferé entsprechende Versuche ausgeführt mit dem Resultat, daß die Blutzirkulation eine wesentliche Rolle für die Schwere der Infektion spielen muß, denn die an den Versuchtieren herbeigeführte Kreislaufstörung begünstigte die Ausbreitung des Brandes einwandfrei. Man unter-

band einem Tiere die Arteria femuralis und infizierte dann den Oberschenkel; bei einem anderen Tiere ließ man den Kreislauf in der infizierten Extremität ungestört. Das Ergebnis war, daß in letzterem Falle nur circumscripte gangränöse Prozesse auftraten, die niemals zur allgemeinen Infektion führten, während sich beim anderen Tier eine rasch tödliche Gangrän entwickelte.

Von Interesse sind hier auch die Versuche von Löhr, der große Mengen von Gasbranderregern in das Peritoneum brachte und feststellte, daß es niemals zu einem Gas-Oedem der Bauchorgane kam; nur ein Exsudat mit geringem Leukozytengehalt und eine Gefäßparalyse wurden beobachtet. Viel kleinere Mengen aus der gleichen Kultur erzeugten dagegen, subkutan oder intramuskulär einverleibt, in allen Fällen die typischen schweren Erscheinungen des Gasbrandes. Löhr gibt als Grund für diesen negativen Ausfall der Infektion einmal eine feinere Verteilung des Giftes im Peritoneum, andererseits aber vor allem die ausgezeichnete Durchblutung desselben an.

Die Blutzirkulation wird auch durch Traumen gestört. Wie Weil, Vincent und Stodel zeigen, kann auch die bloße Gewalteinwirkung die Entstehung eines Gasbrandes hervorrufen. Sie zeigten in ihren Versuchen, daß eine an sich unwirksame Infektion noch 12 Tage nach der Impfung durch Quetschung des Gewebes zum Ausbruch kommen kann. — Hier zeigt sich eine Erkenntnis, zu der schon die erfahrenen Kriegschirurgen gekommen waren: Für das Zustandekommen eines Gasbrandes ist eine ausgedehnte mechanische Zerstörung des Muskelgewebes erforderlich.

Entstehungsursachen des Gasbrandes.

Von allen genannten Keimen ist der Fraenkel'sche Bazillus der bei weitem verbreitetste. Hitschmann und Lindenthal wiesen ihn zuerst in der Erde, später auch im Darminhalt nach. Ähnliche Angaben stammen von Welsch und Flexner. Im Weltkriege fanden Zeißler und Raßfeld in 200 Erdproben von allen Frontabschnitten:

den Fraenkel'schen Gasbazillus in	100 %
den Novy'schen Bazillus in	64 %
den Pararauschbazillus in	8 %
den Bazillus histolyticus in	2 %

der Proben.

Eine Reihe von Kriegschirurgen fanden den Erreger in den Uniformen der Soldaten (Aschoff, Busson, Bingold, Fraenkel). In zwei Fällen steht es sogar fest, daß die Kleiderbeschmutzung allein für die Infektion in Frage kam. Es handelte sich, wie Wieting berichtet, um zwei Soldaten, die hoch in der Luft im Flugzeug verwundet wurden.

Auch in der Friedenszeit nach dem Weltkriege wurden in dieser Richtung Untersuchungen vorgenommen. Hier interessiert besonders, daß dabei ein ungleichmäßiges Auftreten an verschiedenen Orten festgestellt wurde. Brunner beobachtete z. B., daß die Gasbrandinfektionen viel häufiger auf dem Lande als in der Großstadt auftreten. Das scheint verständlich, denn da der Erreger nach Fraenkel auch im Dünn- und Dickdarm der Tiere gedeiht, (Fraenkel hat ihn dort immer gefunden!) wird er in gedüngter Erde eher anzutreffen sein als auf dem Asphalt der Großstadt. Trotzdem finden sich aber auch in den Großstädten verhältnismäßig häufig Infektionen. Ursächlich stehen dabei die Verkehrsunfälle im Vordergrund.

So gibt Moritsch eine interessante Zusammenstellung. Im Verlauf von 10 Jahren beobachtete er an der Chirurgischen Klinik in Wien eine Reihe von Gasbrandfällen nach Verletzungen. Sie teilen sich in Bezug auf ihr Entstehen folgendermaßen auf:

Straßenunfälle	11
Sturz in Fensterscheiben	3
Schußverletzungen	2
Kreissägenverletzung	1
Fahrstuhlunfall	1

Auch Gerlach beobachtete auf der chirurgischen Abteilung des Elisabeth-Krankenhauses in Berlin innerhalb von 6 Jahren 12 Gasbrandfälle. Davon entfallen auf:

Autounfälle	6
Eisenbahnunfälle	2
Straßenbahnunfälle	1
Hundebiß	1
Sturz	1
Quetschung durch Bierfaß	1

Große-Frie vergleicht in seiner Zusammenstellung 41 Fällen des Friedens in Bezug auf die Entstehungsursachen. Bei den Fällen, bei denen der Gasbrand nach Traumen klinisch in Erscheinung trat, war die Verletzung hervorgerufen:

Durch Maschine in	6 Fällen
Durch Schuß in	6 Fällen
Durch Sturz in	5 Fällen
Durch Autounfall in	14 Fällen
Durch Straßenbahnunfall in	5 Fällen
Durch nicht beschriebene Verletzungen in	5 Fällen

Diese 3 Zusammenstellungen seien nur deshalb angeführt, weil sie so klar zeigen, daß die Verkehrsunfälle in den großen Städten in überwiegendem Maße als Entstehungsursache anzuschuldigen sind. Darauf haben auch schon Zeißler, Neller, Moritsch und Gerlach hingewiesen.)

Auf diesen Beobachtungen fußend, hat Gerlach mit Walkhoff sehr interessante Versuche angestellt. Sie sammelten an den verkehrsreichsten Stellen Berlins Proben von Straßenschmutz, bereiteten von dem gesammelten Material je eine Aufschwemmung in physiologischer Kochsalzlösung und verleibten diese je 2 Meerschweinchen in die vorher gequetschte Muskulatur ein. Die Sektion aller Tiere, das Anlegen von Kulturen, sowie bakteriologische Untersuchungen von Leberabstrichpräparaten ergaben dabei folgende Resultate:

In 8 Proben vom Straßenschmutz, der Berliner Verkehrsstraßen entnommen wurde, fand sich 7 mal der Fraenkel'sche Gasbazillus.

Als Ursache für dieses Ergebnis vermutet Gerlach das Anwachsen des Verkehrs in den letzten Jahren und eine dadurch bedingte Verschleppung der Erreger vom Lande zur Stadt. Für diese Ansicht würde auch die Tatsache sprechen, daß die Infektionen in den letzten Jahren wesentlich häufiger beobachtet wurden als früher.

Andererseits wurde der Erreger aber auch in Städten sehr oft an Gegenständen nachgewiesen, die nicht unmittelbar mit der Einschleppung vom Lande in Zusammenhang gebracht werden können. So wies Walker den Bazillus im zusammengefegten Zimmerstaub, Suchanek gar in einer Ladung Schrotpatronen nach. — Dies würde dafür sprechen, daß der Bazillus ubiquitär, d. h. ein ganz allgemein verbreiteter ist. Die Ursache für die Zunahme der Infektion in den letzten Jahren kann mit einem bloßen Hinweis auf die allgemeine Verbreitung des Erregers allerdings nicht erklärt werden, denn das Anwachsen der Verkehrsunfälle steht in keinem Verhältnis zur Zunahme der Infektionen.

Witterungseinflüsse.

Daß auch die Witterungslage das Zustandekommen einer Infektion begünstigen kann, ist nach vielen Stimmen sehr wahrscheinlich. So schreibt Fründ, daß er ein gehäuftes Auftreten der Gasphlegmone in der nassen Jahreszeit beobachtet habe. Wieting dagegen ist der Meinung, daß die Jahreszeit dabei keine Rolle spielt. Er beobachtete Sommer wie Winter ein gleichmäßiges Auftreten. Am überzeugendsten sind die Mitteilungen von Franz. Er hatte während des Krieges Gelegenheit, durch 8 Monate hindurch die Häufigkeit der Infektionen mit den meteorologischen Aufzeichnungen einer Wetterbeobachtungsstelle zu vergleichen

und zeigte nun an Hand von Kurven, daß in der regenreichen Zeit mehr Gasbrandfälle auftreten als in den trocknen Perioden.

Diese Frage nach dem Witterungseinfluß hat auch Gerlach bei der Beschreibung seiner 11 Infektionen berücksichtigt. Er fand:

in 2 Fällen: trockenes Wetter,

in 3 Fällen: trockenes Wetter, am vorhergehenden Tag aber Niederschläge,

in 6 Fällen: Niederschläge

und meint, daß der Witterung ein gewisser Einfluß auf die Häufigkeit und Schwere der Infektion nicht abgesprochen werden kann. Daß Frost das Auftreten einer Infektion nicht zu hindern braucht, zeigt einer seiner schwersten Fälle, bei dem eine mittlere Tagestemperatur von — 4,5 ° C. herrschte.

Prognose und Lokalisation der Gasbranderkrankungen.

Die Prognose einer Gasbrandinfektion hängt von 3 Dingen ab:

1. Von der Schwere der Verletzungen.
2. Von ihrer Lokalisation.
3. Von der frühzeitigen Erkennung.

Moritsch fand bei den an der Unfallstation der I. Chirurgischen Klinik in Wien beobachteten Fällen eine Mortalität von 33,3 Prozent. Er fügt dieser Feststellung aber hinzu, daß es sich zum großen Teil um schwere Verletzungen handelte, deren Prognose auch ohne Gasoedemkomplikation unsicher war. So hatten 6 der Verstorbenen schwere Zertrümmerungsfrakturen erlitten und zeigten bei ihrer Einlieferung starke Shokwirkungen.

Daß auch die Lokalisation der Verletzung bei den prognostischen Erwägungen in Betracht zu ziehen ist, zeigten schon die Kriegs-Chirurgen, wie aus Statistiken von Coenen, Marwedel, Rumpel, Zeißler und Neller hervorgeht. Sie wiesen darauf hin, daß Verletzungen eine um so schlechtere Prognose haben, je rumpfnäher sie sitzen und eine je dickere Muskelmasse sie betreffen.

Dies geht auch aus den Fällen hervor, die Große-Frie zusammengestellt und besprochen hat. Der häufigste Sitz einer Gasbrandinfektion ist danach:

der Unterschenkel: 7 Fälle, davon 7 tödlich,
der Oberarm: 6 Fälle, keiner tödlich,
der Unterarm: 6 Fälle, keiner tödlich,
die Hand: 5 Fälle, einer tödlich,
das Gesäß: 2 Fälle, beide tödlich,
die Schulter: 1 Fall, tödlich,
der Fuß: 1 Fall, nicht tödlich.

Wenn man die Fälle von Moritsch und Gerlach unter dem Gesichtspunkt der Lokalisation betrachtet, so ergibt sich:

Bei Moritsch:

Häufigster Sitz ist auch hier wiederum
der Unterschenkel: 9 Fälle, davon 6 tödlich.

Dann folgen:

der Unterarm: 5 Fälle, keiner tödlich,
die Hand: 2 Fälle, keiner tödlich,
der Oberschenkel: 2 Fälle, einer tödlich,
der Oberarm: 1 Fall, nicht tödlich,
der Fuß: 1 Fall, nicht tödlich,
der Bauch: 1 Fall, tödlich.

Bei Gerlach:

Auch hier sitzt die Infektion am häufigsten am
Unterschenkel: 5 Fälle, davon 2 tödlich.

Dann folgen:

der Oberarm: 3 Fälle, einer tödlich,
der Fuß: 2 Fälle, keiner tödlich,
der Unterarm: 1 Fall, nicht tödlich.

Aus den Zusammenstellungen geht hervor, daß der Sitz für die Prognose nicht gleichgültig ist. Infaust ist sie bei Verletzungen des Rumpfes (Schulter, Bauch), des Gesäßes, zweifelhaft, wenn Ober- oder Unterschenkel befallen ist, und günstiger erst bei Lokalisation an den oberen Extremitäten.

Stets handelt es sich um schwere Traumen mit verschmutzten, tief gelegenen Weichteilverletzungen, die den Gasbranderregern die günstigsten Lebensbedingungen bieten. Wird eine Infektion rechtzeitig erkannt oder vermutet, und setzt eine frühzeitige Prophylaxe ein, so wird in gleichem Maße die Prognose quoad vitam günstiger. Schmerzen und Temperatursteigerung sind auch beim Gasoedem, wie bei allen Wundinfektionen, das erste Warnungszeichen, das zur sofortigen Wundrevision verpflichtet.

Die Inkubationszeit.

Über die Inkubationszeit von der Verletzung bis zum Manifestwerden der Erkrankung schreibt Moritsch, daß sie in den von ihm beobachteten Fällen zwischen 12 und 72 Stunden schwankte.

In 2 Fällen trat sie nach 12 Stunden ein,
in 4 Fällen trat sie nach 24 Stunden ein,
in 14 Fällen trat sie nach 48 Stunden ein,
in 1 Fall trat sie nach 72 Stunden ein.

Nach Salzer können die klin. Zeichen des Gasbrandes zwar schon nach wenigen Stunden, aber auch erst nach 8—10 Tagen sichtbar werden. Die Mehrzahl der Fälle trat jedoch am 2. bis 3. Tage auf. Flörcken gibt als durchschnittliche Inkubationszeit 5 Stunden an, und Busch einen Spielraum von 6 Stunden und 2—3 Tagen.

1928 haben Zeißler und Neller über „anaerobe Wundinfektionen im Frieden" geschrieben. Sie sahen:

Hautverfärbungen:

Am 1. Tage nach der Verletzung in 2 Fällen
am 2. Tage nach der Verletzung in 6 Fällen
am 3. Tage nach der Verletzung in 3 Fällen
am 4. Tage nach der Verletzung in 3 Fällen

Gasknistern bezw. Tympanie trat auf:

am 1. Tage nach der Verletzung in 2 Fällen
am 2. Tage nach der Verletzung in 6 Fällen
am 3. Tage nach der Verletzung in 1 Falle
am 4. Tage nach der Verletzung in 3 Fällen

Die Mehrzahl der Fälle tritt demnach am 2. bis 3. Tage in Erscheinung.

Die Diagnose.

An der Wunde fällt vor allem die pralle Schwellung der Umgebung auf. Die blaue bis bräunliche Verfärbung ist typisch.

Man unterscheidet 2 Formen: Eine oberflächliche, epifasciale und eine tiefe, bei der der Krankheitsprozeß unter der Fascie in der Muskularis liegt. In ersterem Falle ist der Gasnachweis verhältnismäßig leicht und früh zu führen. Bei den tiefer gelegenen Formen, bei denen das Gas von Fascien und Muskulatur überdeckt wird, ist es schon schwieriger, den Nachweis zu erbringen. Doch läßt sich leicht das Symptom von Bier, Busch und Biermann (Moritsch) feststellen: Beklopfen oder Bestreichen der fraglichen Stellen gibt den sogenannten Schachtelton. Auch die häufige Tatsache, daß das Wundsekret dünnflüssig, blutig-serös ist und Gasblasen enthält, kann als diagnostisches Hilfsmittel Verwendung finden.

Den frühzeitigsten Gasnachweis erlaubt aber die Röntgenuntersuchung. Wie Haberland erwähnt, soll schon vor dem Kriege Martens auf diese Möglichkeit hingewiesen haben. 1915 hat Schwarz in Wien die Gasblasen auf der Röntgenplatte mit Löchern eines Emmentaler Käses verglichen. Burchard (1916) spricht von einer Fiederzeichnung der Muskulatur, die im Röntgenbild auftritt, aber nur, wenn eine Gasgangrän vorliegt. Ihre

Entstehung wird so erklärt, daß das Gas zwischen und in die einzelnen Fasern eindringt. Er macht röntgenologisch einen Unterschied zwischen Gasgangrän, Gasphlegmone und Gasabszeß.

Sgalitzer hat einen Fall beschrieben, der klinisch ungeklärt war, bei dem er aber durch den Röntgennachweis von Gasblasen die Entscheidung bringen konnte.

Der röntgenologische Gasnachweis allein ist aber noch nicht beweisend. Es sind Fälle beobachtet worden (Moritsch, Sgalitzer), die auf Grund des Tastbefundes und der Röntgenuntersuchung, welche Gasblasen zeigte, zur Operation kamen. Dabei stellte es sich heraus, daß es sich nicht um den vermuteten Gasbrand handelte, sondern um ein Trauma, bei dem Luft in die Wunde hineingepreßt wurde.

Zur Diagnose gehört also nicht nur der Gasnachweis, sondern auch das klinische Bild, eventuell noch der Nachweis von Erregern.

Eine Temperaturerhöhung ist in den meisten Fällen vorhanden. Nach Coenen fehlt sie bei schnellem Auftreten des Gasbrandes; dagegen sollen bei langsamer Entwicklung Temperaturen bis zu 40,0° vorkommen.

Schumm und Hegel haben schon im Jahre 1912 bei Gasbazilleninfektionen Methämoglobin im Blutserum gefunden. Das aus den Erythrozyten austretende Hämoglobin wird über Oxyhämoglobin in Methämoglobin verwandelt. Der in das Blutserum übergetretene Blutfarbstoff erscheint im Harn. Die Untersuchungen von Fraenkel, Nürnberger u. a. haben ergeben, daß bei einer großen Reihe von Gasbrandinfektionen hauptsächlich aber beim puerperalen Gasbrand, Hämatin und Methämoglobin im Blutserum und im Urin vorhanden sind.

Die gelblich-braune Verfärbung der Haut und der bisweilen auftretende Ikterus ist auf die Hämolyse zurückzuführen. Nach Moritsch ist diese Hämolyseerscheinung so zu erklären, daß neben der anaeroben Wundinfektion ein aerober Infektionskomplex vorhanden ist. In den Jahren 1928 und 1929 beobachtete er 9 Fälle; bei 5 derselben konnte er neben den Gasbranderregern hämolysierende Streptokokken nachweisen. Er bezeichnet sie als „Schlepper" der Anaeroben und macht sie, wie beim Tetanus teilweise für den Ausbruch der anaeroben Infektion verantwortlich. Sie spielen aber auch aktiv an dem gesamten Krankheitsbild eine bedeutende Rolle.

Prophylaxe und Therapie.

Für die prophylaktische Bekämpfung des Gasbrandes gibt es zwei Möglichkeiten:

1. Jedes Trauma muß aufs sorgfältigste behandelt werden und unter steter Kontrolle stehen. Unter möglichster Schonung der Blutversorgung soll alles nekrotische Gewebe ausgiebig entfernt

werden, da sich in abgestorbenen Partien am leichtesten Gasoedemerreger ansiedeln können Auch sollen alle eventuell vorhandenen Wundtaschen geöffnet werden, damit der Luftsauerstoff mit allen Teilen der Wunde in Berührung treten kann.

2. Als zweite Möglichkeit der prophylaktischen Behandlung ist die Serumtherapie zu nennen. Wie Zeißler berichtet, wurde während des Krieges von Klose (1916) und Heddäus ein Serum hergestellt, das sich aber, da es nicht alle notwendigen Komponenten enthielt, in Deutschland nicht einzubürgern vermochte. Ebenso war es mit dem Gasoedemserum „Höchst" (1917, Höchster Farbwerke). Zeißler sagt ferner, daß die Franzosen Weinberg und Seguin Sera hergestellt haben. die streng spezifisch und hochwertig waren, und deren Anwendung gute Resultate zeigte. Auf der 52. Tagung der deutschen Gesellschaft für Chirurgie berichtet Hugel, der längere Zeit als Arzt im besetzten Gebiet Gelegenheit hatte, das Serum der Franzosen zu benutzen, von einem guten Erfolg. Auf derselben Tagung forderte Anschütz, daß das Antigasbrandserum prophylaktisch bei allen mit Erde verschmutzten Wunden gegeben werden soll. Seit 1928 gibt das Wiener Seruminstitut ein hochwertiges, polyvalentes Serum heraus. Es wird von Pferden gewonnen, die mit sämtlichen 4 Bazillengruppen (Fraenkel, Novy, Para., Histol.) des Gasbranderregers aktiv immunisiert wurden. Im Vergleich zum Tetanusserum ist der Wert des Gasbrandserums allerdings bedeutend niedriger; leider wechselt auch der Antitoxingehalt der verschiedenen Gasbrandsera. Moritsch hat dieses Wiener Serum etwa hundert mal angewendet. Vom Jahre 1919 bis einschließlich 1927 beobachtete er bei 13 Fällen eine Mortalität von 46 Prozent. In den Jahren 1928 und 1929 wurden 9 Fälle behandelt und zwar unter Benutzung der Sera. Wie Moritsch angibt, sank die Mortalität sofort bis auf 22 Prozent. Da sich chirurgischerseits aber nichts in der Behandlungsart geändert hatte, muß man annehmen, daß die Serumtheraphie an der Verminderung der Todesfälle Anteil hat.

Als prophylaktische Serumgabe wird empfohlen, 10—25 ccm subkutan zu spritzen. Ist der Gasbrand schon ausgebrochen, so gibt man täglich 40—60 ccm des Serums. In 10 Prozent der Fälle tritt der Gasbrand trotz dieser Serumprophylaxe auf. Die Krankheit verläuft dann aber leichter. Vor allem fehlen die starken Schmerzen und die toxischen Erscheinungen.

Da der aerobe Infektionskomplex durch das spezifisch gegen Gasoedem gerichtete Serum nicht beeinflußt wird, verdient bei der Bewertung der Serumtherapie dieser Umstand besondere Berücksichtigung (Moritsch).

Die Therapie des Gasbrandes deckt sich zum Teil mit der Prophylaxe. Coenen sagt, man solle leichtere Fälle stauen, schwere mit dem Messer freilegen oder amputieren. Hat die Erkrankung

auf ein benachbartes Gelenk übergegriffen oder ist der Prozeß bereits auf mehrere Muskelgruppen übergegangen, oder aber ist die Exstirpation einer Muskelgruppe ohne dauernde Funktionsschädigung nicht mehr möglich, dann ist die Indikation zur Absetzung einer Extremität gegeben. Ebenso soll sie vorgenommen werden, wenn Zeichen einer schweren Allgemeinvergiftung auftreten. Leider ist auch heute noch die Amputation in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle erforderlich; bei den von Große-Frie zusammengestellten 21 Fällen, die geheilt wurden, genügte eine Incision nur bei 4 Patienten, um den Prozeß zum Stillstand zu bringen; bei den übrigen 17 mußte Amputation oder Exartikulation vorgenommen werden.

Moritsch verweist vor allem auf die Wichtigkeit der primären Wundversorgung. Er behandelt die Wunden so früh wie möglich durch ausgiebige Excision, Spülung mit Chlumskyscher Carbol-Kampherlösung und versucht einen primären Wundverschluß. Offene Frakturen reponierte er nach Reinigung und Desinfektion mit Chlumsky. Alle schweren Zertrümmerungen wurden sofort amputiert. — Voraussetzung für die Berechtigung dieser Art von Wundversorgung ist, daß eine noch frischere Verletzung vorliegt, und daß man die Patienten unter ständiger Kontrolle hält, damit man bei dem geringsten Anzeichen einer Infektion sofort eingreifen kann.

Auch in der Auslandsliteratur findet man verschiedene Äußerungen über das Problem der Gasbrandinfektion.

So unterscheidet Hardy (1925) zwei Hauptvarietäten des Gasbrandes: Den klassischen emphysematösen Typ und den toxischen oder ödematösen Typ. Die erste Art erscheine rasch nach der Verletzung, ergreife im wesentlichen den Muskel, ließe sich koupieren durch Entfernung von Muskelgruppen oder lineäre Amputation und habe eine Mortalität von 16 Prozent. Die zweite Art stelle sich erst später ein, sitze ausschließlich im subkutanen Gewebe und habe eine Mortalität von 100 Prozent. — Als prophylaktische Therapie empfiehlt auch er sorgsamste Wundbehandlung, vor allem die Entfernung aller gequetschter und lebensunfähiger Gewebe. Ein völliger Wundverschluß ist nach seiner Meinung nur in den ersten drei Stunden nach der Verletzung erlaubt. Alle zweifelhaften Fälle drainierte er nach Carrel. Ein- oder zweistündige Instillationen mit Dakin-Lösung seien einer Dauerspülung überlegen. — Er führt drei Krankheitsfälle an. Seine übrigen therapeutischen Maßnahmen decken sich mit den unseren in Deutschland: Weitgehende Freilegung und Entfernung aller mißfarbenen Muskeln, in gewissen Fällen Amputation.

Burke (1926) teilt einen Fall von komplizierter schwerer Vorderarmfraktur mit, der trotz schwerster Erscheinungen bis zur Schulter herauf zur Heilung kam. Er glaubt, daß die Gasgangrän

häufiger ist, als sie diagnostiziert wird; sie werde leider häufig verkannt und als Septikämie angesprochen. Für die Behandlung gibt auch er die allgemeinen Richtlinien: Ausgedehnte Freilegung, Spaltung und Drainage unter Schonung der Blutversorgung. Er warnt jedoch vor zu frühzeitiger Amputation und schließt mit der Mahnung, daß man komplizierte Frakturen nicht früh und oft genug nach der Einrichtung inspizieren kann.

An der Klinik für Orthopädie und Chirurgie (Professor Dr. Fr. Loeffler) konnte folgender Fall einer Gasbrandinfektion beobachtet werden:

G. B., Arbeiter, 26 Jahre alt. Eingeliefert am 12. Mai 1936. Patient wurde von einem Auto angefahren. Ein Krankentransportauto brachte den Verletzten sofort in die Klinik.

Befund:

1. Oberschenkelsplitterbruch rechts.
2. Kniescheibenbruch rechts.
3. Unterschenkelbruch rechts.
4. Platzwunde am Hinterkopf.
5. Hautabschürfung am rechten Knie.
6. Große Weichteilwunde unterhalb des rechten Knöchels. Starke Verunreinigung der Wunde mit Straßenschmutz. Starke Schmerzen.

Therapie: Einrichtung der Brüche in Narkose durch Extension. Nach Reinigung der Wunde und Excision der verschmutzten Wundränder primärer Wundverschluß mittels Wundnaht. Gipsverband des rechten Beines. Die Kontrollrontgenaufnahme zeigte eine gute Stellung. — Prophylaktisch 2500 A. E. T. A. T.

14. Mai: Fuß sieht blau aus und fühlt sich kalt an. Sofortige Spaltung des Gipsverbandes.

15. Mai: Temperaturanstieg auf 39,6 Grad. Leichte Verworrenheit. Wundrevision ergibt Gefühllosigkeit der verletzten Weichteilgegend und pralle Spannung. Bei Beklopfen oder Bestreichen mit der Pinzette hört man einen hohlen Schachtelton. Wenn man die Stelle palpiert, hört und fühlt man ein leises Knistern.

Die Wunde wurde sofort wieder geöffnet; dabei trat ein mit Gasblasen vermengtes, stinkendes hämorrhagisches Sekret zu Tage. Das Röntgenbild zeigte kleine runde Aufhellungen, teilweise in perlschnurartiger Anordnung. Im Ausstrich fand man plumpe grampositive Stäbchen, und der sofort angeschlossene Meerschweinchenversuch bestätigte die Diagnose „Gasbrand".

Sofortige Amputation des Beines in Höhe des Oberschenkelbruches. Die Wunde bleibt offen! Rivanolverband. 50 ccm Gasbrandserum.

12. Iuni: Fäden entfernt. Gute Heilung mit frischen Granulationen, Cellona-Gipskappe.

6. November: Stumpf o. B. Prothese sitzt gut. Geheilt entlassen.

Auch hier handelt es sich also um einen Verkehrsunfall, der sich an einem der verkehrsreichsten Punkte der Peripherie von Halle, nämlich auf der Zufahrtsstrecke zur Reichsautobahn, abspielte.

Die Infektion war möglich infolge einer verschmutzten, ausgedehnten Weichteilverletzung.

Das Bakteriologische Institut in Halle stellte als Erreger den Fraenkel'schen Gasbazillus fest. Das an der Infektion zugrunde gegangene Meerschweinchen zeigte die typischen Zeichen des Gasoedems.

Das Wetter war am Unfallstage sehr regnerisch. Patient gab an, völlig durchnäßt gewesen zu sein.

Die Erfahrungstatsache, daß die Prognose quoad vitam umso günstiger gestellt werden kann, je weiter ab vom Rumpf die Infektion sitzt, bewahrheitet sich auch in diesem Falle.

Die Inkubationszeit von der Verletzung bis zum Manifestwerden der Erkrankung beträgt hier etwa zwei Tage; auch dies paßt ganz in den Rahmen der von Zeißler, Moritsch u. a. angegebenen mittleren Inkubationszeit von zwei bis drei Tagen..

Hautverfärbungen traten allerdings schon 24 Stunden nach dem Unfall auf.

Schlußfolgerung.

Zweck und Aufgabe dieser Arbeit ist es, darauf hinzuweisen, welch großen Prozentsatz die Verkehrsunfälle in der Kasuistik des Gasbrandes einnehmen. Aus den drei Statistiken, die in der Arbeit angeführt wurden, geht dies klar hervor.

Da sich die Zahl der Verkehrsunfälle in den letzten Jahren infolge der starken Verkehrszunahme wesentlich erhöht hat, sodaß die Unfallschirurgie heute einen breiten Raum in der gesamten Chirurgie einnimmt, so sind alle Probleme und Fragen, welche die primäre Wundversorgung betreffen, sehr akut geworden.

Wie eingangs erwähnt wurde, besteht für jede Wunde eine Hauptgefahr: Die Infektion. Schon seit Jahren ist zum Schutze vor einer verhältnismäßig häufigen Infektion die Tetanusprophylaxe zur Selbstverständlichkeit geworden. Der Gasbrand ist demgegenüber eine viel seltenere Erkrankung, aber doch nicht so ausgefallen, daß man ihn bei der Beurteilung der Infektionsmöglichkeiten in den Hintergrund drängen dürfte. Verschmutzte Wunden infolge von Straßenunfällen sind heute auf jeder chirurgischen Station an der Tagesordnung, und wenn man bei jedem dieser Fälle von vornherein eine wirkungsvolle Gasbrandprophylaxe durchführt, wird die bereits im Absinken begriffene Mortalität des Gasbrandes in Zukunft noch geringer werden.

Allen meinen akademischen Lehrern bin ich zu aufrichtigem Danke verpflichtet, insbesondere aber Herrn Professor Dr. Fr. Loeffler, der mich zu dieser Arbeit anregte.

Literatur.

Bier, A.: Med. Klinik 1916. Nr. 14, S. 355.

Biermann: Zur Diagnose der Gasgangrän. Münchener med Wschr. 1916, Nr. 44, 1573.

Brunner: Schweizer med. Wschr. 1927, S. 681.

Burchard: Gasabszeß, Gasphlegmone und Gasgangrän im Röntgen-Bilde. Med. Klinik 1916, Nr. 28, S. 744.

Burke: Gas gangrene (Gasgangrän). Internat. journ. of med. a. sury. Bd. 39, Nr. 5, S. 192—194.

Busch: Kriegschirurgische Erfahrungen insbesondere über die Anwendung von Dakin-Lösung und über die Häufigkeit des Auftretens von Gasphlegmone. Arch. f. klin. Chir. Bd. 109, S. 61, 1917.

Coenen: Erg. d. Chir. 1919.

Duferé: Acad. d. Sciences. 1926, S. 182.

Flörcken: Beiträge z. Pathol. u. Klinik der Gasphlegmone Brun's Beitr. z. klin. Chir. 1917, Bd. 106, S. 485.

Franz: Münch. med. Wschr. 1916, Nr. 52.

Fründ: Beitr. klin. Chir. Bd. 98, S. 447, 1916.

Gerlach: Über das Vorkommen von Gasbrandinfektionen und Gasbranderregern in der Großstadt, spez. in Berlin. Bruns Beitr. 1932, Bd. 154, S. 343—362.

Große-Frie: Zur Kasuistik des Gasbrandes in Friedenszeiten. 1931.

Haberland: Die anaerobe Wundinfektion. Stuttgart: Verlag Enke. 1921.

Hardy: Gas gangrene complicating compound fractures (Gasgangrän als Komplikation der komplizierten Frakturen.) Southern med. journ. Bd. 18, Nr. 10, S. 743—749, 1925.

Harzer, Beitr. z. oedem- und gangränerzeugenden Wirkung anaerober Bazillen bei Versuchstieren und Menschen. Brun's Beitr. Bd. 112, S. 289, 1918.

Hegel: Münch. med. Wschr. 1912, S. 2924.

Hugel: 52. Tagung der dtsch. Gesellschaft f. Chirurgie. Arch. f. klin. Chir. Bd. 152, 1928, S. 164.

Loubat: Acad. d. Sciences. 1926, S. 182.

Martens: Zit. nach Haberland.

Moritsch: Gasödemfälle im Frieden und ihre Behandlung. Arch. f. klin. Chir. 1929, Bd. 155, S. 516—532.

Ricker: Beitr. z. oedem- und gangränerzeugenden Wirkung anaerober Bazillen bei Versuchstieren und Menschen. Brun's Beitr. Bd. 112, S. 289, 1918.

Salzer: Zur Therapie d. Gasphlegmone. Wiener klin. Wschr. 1917, S. 334.

Schley: Mitt. Grenzgebiete Med. u. Chir. Bd. 41, S. 210.

Schumm: Münch. med. Wschr. 1912, S. 2924.

Schwarz: Erkrankung der Gasphlegmone im Röntgenbild. Wien. klin. Wschr. 1915, Nr. 4, S. 92.

Sgalitzer: Arch. f. klin. Chir. 1929. Bd. 155, S. 509—514

Stodel: Brun's Beitr. Bd. 120, H. 3.

Suchanek, Zit. nach Gerlach.

Vincent: Brun's Beitr. Bd. 120, H. 3.

Walker: Zit. nach Gerlach.

Walkhoff: Brun's Beitr. 1932, Bd. 154, S. 343—362.

Weil: Brun's Beitr. Bd. 120, H. 3.

Wieting: Dtsch. Z. f. Chir. Bd. 141, 1917.

Zeißler: Kolle/Kraus/Uhlenhut. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen. Bd. IV, 2.

Zeißler: Arch. klin. Chir. Bd. 149, 1928. — Zentralblatt f. Chir. Bd. 16, 1929.

Lebenslauf.

Am 14. Mai 1912 wurde ich, Johannes Werner Reinicke, in Dresden geboren als Sohn des Oberregierungslandmessers Johannes Reinicke und seiner Ehefrau Gertrud, geb. Hauffe. Ich besuchte zunächst 3 Jahre lang eine Volksschule in Dresden und nach der Versetzung meines Vaters nach Annaberg im Erzgebirge noch ein Jahr die Übungsschule des früheren Annaberger Lehrerseminars. Dort besuchte ich auch das Staatsrealgymnasium, das ich Ostern 1932 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Mein medizinisches Studium begann ich in Innsbruck und setzte es in Halle an der Saale fort, wo ich auch das Staatsexamen bestehen will.